

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-341031

(43)Date of publication of application : 08.12.2000

(51)Int.Cl.

H01Q 17/00
G02B 5/18
G02B 6/12
H01Q 15/02
H01S 5/20

(21)Application number : 11-150582

(71)Applicant : ION KOGAKU KENKYUSHO:KK

(22)Date of filing : 28.05.1999

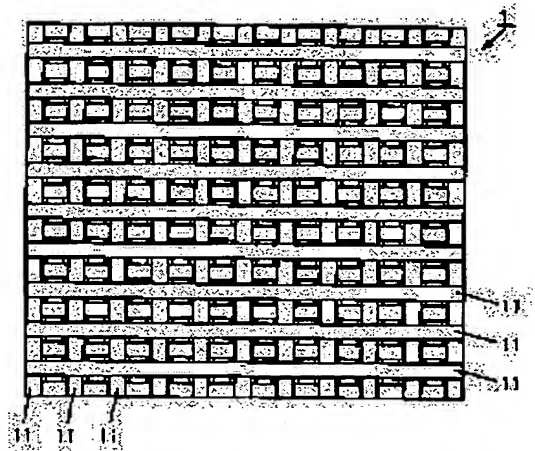
(72)Inventor : MIYAMOTO YOSHIO
KAJIYAMA KENJI

(54) THREE-DIMENSIONAL PERIODIC STRUCTURE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a three-dimensional periodic structure that can easily be manufactured at a low cost and controls an electromagnetic wave with a desired wavelength and to provide its manufacturing method.

SOLUTION: A two-dimensional basic structure consisting of a plurality of rods 11 is sequentially formed and layered by an optical forming method to form the three-dimensional periodic structure 1. Rods 11 are made of a mixture where ceramics particles are dispersed uniformly in a resin. A photonic band gap effect corresponding to an optional wavelength can be obtained by adjusting the distribution ratio of the resin and the ceramics particles and optionally setting the period of the rods 11. Part of the three-dimensional periodic structure 1 is provided with a part with different periodicity to control the directivity of an electromagnetic wave.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-341031

(P 2000-341031A)

(43) 公開日 平成12年12月8日(2000.12.8)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号		F I		ターマート* (参考)	
H 0 1 Q	17/00		H 0 1 Q	17/00	2H047	
G 0 2 B	5/18		G 0 2 B	5/18	2H049	
	6/12		H 0 1 Q	15/02	5J020	
H 0 1 Q	15/02		H 0 1 S	5/20		
H 0 1 S	5/20		G 0 2 B	6/12	Z	
審査請求	未請求	請求項の数 1 1	O L		(全 8 頁)	最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-150582

(22) 出願日 平成11年5月28日(1999. 5. 28)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成11年3月25日 社
団法人日本セラミックス協会発行の「1999年年会講演予
稿集」に発表

(71) 出願人 592054683

株式会社イオン工学研究所

大阪府枚方市津田山手2丁目8番1号

(72) 発明者 宮本 欽生

大阪府池田市槻木町1丁目14番202号

(72) 発明者 梶山 健二

大阪府枚方市津田山手2-8-1 株式会社
イオン工学研究所内

(74) 代理人 100098305

弁理士 福島 祥人

F ターム(参考) 2H047 KA03 QA05 TA43

2H049 AA33 AA43 AA44 AA59 AA65

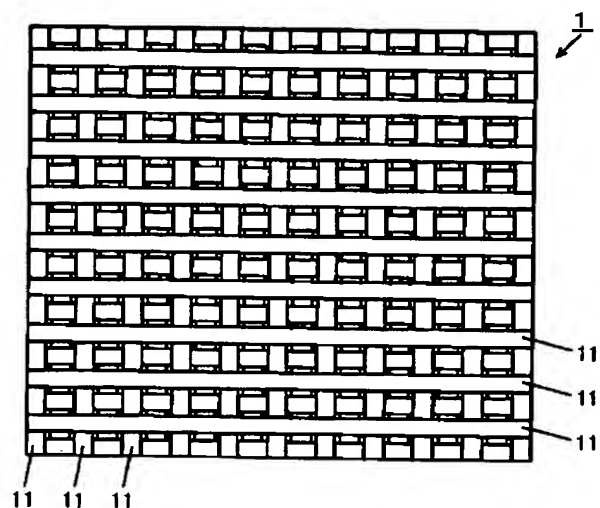
5J020 BA02 BC02 BC13 CA04 CA05

(54) 【発明の名称】 三次元周期構造体およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 所望の波長の電磁波を制御することができ、
容易かつ安価に製造可能な三次元周期構造体およびその
製造方法を提供することである。

【解決手段】 複数の棒状体 1 1 により構成される二次
元基本構造体 2 1 ~ 2 4 を光造形法により順次形成しつ
つ積層し、三次元周期構造体 1 を形成する。棒状体 1 1
は、樹脂中にセラミックス粒子を均一に分散させた混合
物により形成される。樹脂およびセラミックス粒子の配
分比率を調整し、棒状体 1 1 の周期を任意に設定するこ
とにより、任意の波長に対応したフォトリソバンドギ
ャップ効果を得ることが可能となる。三次元周期構造体
1 の一部に周期性の異なる部分を設けることにより、電
磁波の指向性を制御することが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 樹脂およびセラミックス粒子の混合物により形成される複数の単位構成要素が三次元周期的に組み合わされたことを特徴とする三次元周期構造体。

【請求項 2】 少なくとも一方向において他の部分と周期性が異なる部分を含むことを特徴とする請求項 1 記載の三次元周期構造体。

【請求項 3】 複数の前記単位構成要素が二次元的に配列されて二次元基本構造体が形成され、複数の前記二次元基本構造体が積層されたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の三次元周期構造体。

【請求項 4】 前記単位構成要素は棒状体であり、複数の前記棒状体が第 1 の方向に平行に所定間隔で配列されてなる二次元基本構造体と、複数の前記棒状体が前記第 1 の方向に交差する第 2 の方向に平行に所定間隔で配列されてなる二次元基本構造体とが交互に積層されたことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の三次元周期構造体。

【請求項 5】 前記樹脂が光硬化性樹脂であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の三次元周期構造体。

【請求項 6】 前記樹脂が熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の三次元周期構造体。

【請求項 7】 0.1 mm 以上 30 mm 以下の周期を有することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の三次元周期構造体。

【請求項 8】 樹脂およびセラミックス粒子の混合物からなる複数の単位構成要素を周期的に配列してなる二次元基本構造体を形成し、複数の前記二次元基本構造体を積み重ねることにより三次元周期構造体を製造することを特徴とする三次元周期構造体の製造方法。

【請求項 9】 層状の加工単位を順次積層する積層造形法により前記三次元周期構造体を造形することを特徴とする請求項 8 記載の三次元周期構造体の製造方法。

【請求項 10】 前記樹脂として光硬化性樹脂を用い、光造形法により前記二次元基本構造体を形成しつつ複数の前記二次元基本構造体を順次積層することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の三次元周期構造体の製造方法。

【請求項 11】 前記樹脂として熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂を用い、複数の前記単位構成要素または複数の前記二次元基本構造体を樹脂成形法により形成し、複数の前記単位構成要素または複数の前記二次元基本構造体を組み合わせることを特徴とする請求項 8 記載の三次元周期構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、フォトニック結晶を構成する三次元周期構造体およびその製造方法に関す

る。

【0002】

【従来の技術】 屈折率が周期的に変化する三次元周期構造体は、電磁波に対する干渉作用を示し、特定の周波数領域の電磁波の通過を禁止する。すなわち、特定の波長の光を遮蔽することができる。この場合の禁止帯はフォトニックバンドギャップと呼ばれ、三次元周期構造体はフォトニック結晶と呼ばれる。また、特定の波長の電磁波を遮蔽する効果はフォトニックバンドギャップ効果と呼ばれる。このような三次元周期構造体は、高効率半導体レーザ素子や光導波路等の光デバイスへの応用が期待されている。

【0003】 例えば E. Yablonovitch, "Photonic band-gap structures", J. Opt. Soc. AmB, vol. 10, no. 2, pp. 283-295, 1993 に三次元周期構造体の構成例が提案されている。また、特開平 10-335758 号公報には、スパッタエッチングを用いて 1 μm 程度またはそれ以下の周期を有する三次元周期構造体を作製する方法が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、所望の屈折率および所望の三次元的周期を有する構造を容易に作製できる技術が確立されていないため、三次元周期構造体を応用したデバイスは実用化されていない。特に、ミリ波領域からマイクロ波領域の電磁波を制御可能な三次元周期構造体の構造および作製方法については開発されていない。

【0005】 高速大容量の通信に適した通信インフラストラクチャを構築するためには、ミリ波帯またはマイクロ波帯の通信の高性能化を図る必要がある。しかし、電磁波の発振出力が数ワットになると、電磁障害が発生する可能性があるため、通信の高性能化および電磁障害防止の両立性を確保する必要があり、電磁障害防止機能を備えた高性能通信機器が求められる。

【0006】 また、人工衛星や飛行船を中継基地とする高速大容量通信システム、グローバル移動体通信システム、および高度道路交通システムでは、ミリ波帯またはマイクロ波帯の通信を行う安価な高性能小型通信機器が大量に必要とされ、しかも電磁障害を防止する必要も生じる。

【0007】 したがって、光領域のみならず、ミリ波領域からマイクロ波領域の電磁波を制御するデバイスが望まれる。

【0008】 本発明の目的は、所望の波長の電磁波を制御することができ、容易かつ安価に製造可能な三次元周期構造体を提供することである。

【0009】 本発明の他の目的は、所望の波長の電磁波を制御可能な三次元周期構造体を容易かつ安価に製造することが可能な製造方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段および発明の効果】本発明に係る三次元周期構造体は、樹脂およびセラミックス粒子の混合物により形成される複数の単位構成要素が三次元周期的に組み合わせられたものである。

【0011】電磁波の波長 λ は、 kC/f で表される。ここで、 k は定数、 C は電磁波の伝播する速さ、 f は電磁波の周波数である。波長 λ の電磁波に対してフォトリックバンドギャップ効果を発現する三次元周期構造体の周期 d は $\lambda/2n$ に比例する。 n は三次元周期構造体の単位構成要素の材質の光学的屈折率である。この屈折率 n は材質の比誘電率 ϵ の平方根に比例するので、周期 d は $\lambda/2\sqrt{\epsilon}$ に比例する。このような関係から、三次元周期構造体が有する固有の誘電率を選択するとともに周期を調整することにより、特定の波長に対応したフォトリックバンドギャップ効果を得ることが可能となる。

【0012】本発明に係る三次元周期構造体においては、単位構成要素が樹脂およびセラミックス粒子の混合物により形成されるため、樹脂およびセラミックス粒子の配分比率を調整することにより、単位構成要素の誘電率を容易に調整することができる。それにより、単位構成要素の屈折率を任意に調整することができる。また、複数の単位構成要素の周期を任意に設定し、複数の単位構成要素を組み合わせることができる。

【0013】したがって、任意の波長に対応したフォトリックバンドギャップ効果を得ることが可能になり、任意の波長を有する電磁波を完全に遮蔽することができる。その結果、電磁波の波長選択性および指向性が得られ、かつ電磁波放射の高性能化およびエネルギー利用効率の向上が可能となる。また、電磁波漏洩および電磁波障害の防止が図られる。

【0014】また、単位構成要素の材料として樹脂およびセラミックス粒子の混合物を用いているので、加工または成形が容易であり、製造コストが安くなる。

【0015】特に、三次元周期構造体が、少なくとも一方向において他の部分と周期性が異なる部分を含んでもよい。この場合、特定の波長を有する電磁波を遮蔽するとともに、他の波長を有する電磁波を透過させることができる。それにより、導波路または共振器を構成することが可能となる。

【0016】複数の単位構成要素が二次元的に配列されて二次元基本構造体が形成され、複数の二次元基本構造体が積層されてもよい。これにより、三次元周期構造体が構成される。この場合、二次元基本構造体を構成する複数の単位構成要素の配列周期および複数の二次元基本構造体の積層周期を調整することにより、フォトリックバンドギャップ効果を発現する電磁波の波長を容易に制御することができる。

【0017】単位構成要素は棒状体であり、複数の棒状体が第1の方向に平行に所定間隔で配列されてなる二次元基本構造体と、複数の棒状体が第1の方向に交差する

第2の方向に平行に所定間隔で配列されてなる二次元基本構造体とが交互に積層されてもよい。この場合、棒状体からなる単位構成要素を三次元周期的に容易に組み合わせることができる。

【0018】樹脂が光硬化性樹脂であってもよい。この場合、光造形法により三次元周期構造体を形成することができる。

【0019】樹脂が熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂であってもよい。この場合、型を用いた成形法により三次元周期構造体を形成することができる。

【0020】三次元周期構造体が0.1mm以上30mm以下の周期を有してもよい。この場合、通信に使用される電磁波に対してフォトリックバンドギャップ効果を得ることができる。したがって、三次元周期構造体を通信に使用される電磁波を制御するデバイスに応用することができる。

【0021】特に、三次元周期構造の周期が1mm以上3mm以下に設定された場合、ミリ波領域からマイクロ波領域の電磁波を制御するデバイスへの応用が可能となる。

【0022】本発明に係る三次元周期構造体の製造方法は、樹脂およびセラミックス粒子の混合物からなる複数の単位構成要素を周期的に配列してなる二次元基本構造体を形成し、複数の二次元基本構造体を積み重ねることにより三次元周期構造体を製造するものである。

【0023】本発明に係る三次元周期構造体の製造方法においては、単位構成要素が樹脂およびセラミックス粒子の混合物からなるので、樹脂およびセラミックス粒子の配分比率を調整することにより、単位構成要素の誘電率を容易に調整することができる。それにより、単位構成要素の屈折率を任意に調整することができる。

【0024】また、複数の単位構成要素を周期的に配列してなる二次元基本構造体を形成し、複数の二次元基本構造体を積み重ねることにより三次元周期構造体を製造するので、二次元基本構造体を構成する複数の単位構成要素の配列周期および複数の二次元基本構造体の積層周期を調整することにより、三次元周期を任意に設定することができる。

【0025】したがって、任意の波長に対応したフォトリックバンドギャップ効果を得ることができる。

【0026】さらに、単位構成要素の材料として樹脂およびセラミックス粒子の混合物を用いているので、加工または成形が容易であり、製造コストが安くなる。

【0027】これらの結果、任意の波長の電磁波を制御可能な三次元周期構造体を容易かつ安価に製造することができる。

【0028】層状の加工単位を順次積層する積層造形法により三次元周期構造体を造形してもよい。この場合、サブミリ単位からミリ単位の周期を有する三次元周期構造体を容易に形成することができる。樹脂として光硬化

性樹脂を用い、光造形法により二次元基本構造体を形成しつつ複数の二次元基本構造体を順次積層してもよい。

【0029】樹脂として熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂を用い、複数の単位構成要素または複数の二次元基本構造体を樹脂成形法により形成し、複数の単位構成要素および複数の二次元基本構造体を組み合わせてもよい。

【0030】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施例における三次元周期構造体の平面図、図2は図1の三次元周期構造体の正面図、図3は図1の三次元周期構造体の側面図である。図1～図3の三次元周期構造体は、単純立方格子構造を有する。

【0031】四角形の断面形状を有する複数の棒状体11が周期dで平行にかつ等間隔で配置される。それにより、第1層目の二次元基本構造体21が形成される。第1層目の二次元基本構造体21上に、複数の棒状体11が周期dで平行にかつ等間隔で配置される。それにより、第2層目の二次元基本構造体22が形成される。第2層目の二次元基本構造体22の棒状体11は、第1層目の二次元基本構造体21の棒状体11と直角に交わるように配置される。

【0032】第2層目の二次元基本構造体22上に、複数の棒状体11が周期dで平行にかつ等間隔で配置される。それにより、第3層目の二次元基本構造体23が形成される。第3層目の二次元基本構造体23の棒状体11は、第2層目の二次元基本構造体22の棒状体11と直角に交わり、かつ第1層目の二次元基本構造体21の棒状体11に対して2分の1周期($d/2$)ずれた位置に配置される。

【0033】第3層目の二次元基本構造体23上に、複数の棒状体11が周期dで平行にかつ等間隔で配置される。それにより、第4層目の二次元基本構造体24が形成される。第4層目の二次元基本構造体24の棒状体11は、第3層目の二次元基本構造体23の棒状体11と直角に交わり、かつ第2層目の二次元基本構造体22の棒状体11に対して2分の1周期($d/2$)ずれた位置に配置される。

【0034】第1層目の二次元基本構造体21を構成する棒状体11の本数は、第3層目の二次元基本構造体23を構成する棒状体11の本数よりも1本少なく、第4層目の二次元基本構造体24を構成する棒状体11の本数は、第2層目の二次元基本構造体22を構成する棒状体11の本数よりも1本少ない。

【0035】以下同様にして、第1層目の二次元基本構造体21、第2層目の二次元基本構造体22、第3層目の二次元基本構造体23および第4層目の二次元基本構造体24が所定の回数繰り返し順次積層される。

【0036】各棒状体11は、樹脂中にセラミックス粒子を均一に分散させた混合物により形成される。樹脂としては、例えばエポキシ系樹脂、アクリレート系樹脂等

の種々の合成樹脂を用いることができる。また、セラミックス粒子としては、 TiO_2 (酸化チタン)、 $SrTiO_3$ (チタン酸ストロンチウム)、 $BaTiO_3$ (チタン酸バリウム)、 SiO_2 (酸化シリコン) 等を用いることができる。特に、高誘電率を有するセラミックス粒子を用いることが好ましい。

【0037】ここで、棒状体11の誘電率を ϵ_1 とする。隣り合う棒状体11間には空間20が存在する。空間20の誘電率を ϵ_2 とする。これにより、誘電率 ϵ_1 の棒状体11と誘電率 ϵ_2 の空間20とが三次元的かつ連続的に配置された格子状の周期的な繰り返し構造が得られる。

【0038】各棒状体11の寸法は任意に設定することができ、本実施例では、例えば $1\text{mm} \times 1\text{mm} \times 50\text{mm}$ とする。また、周期dは任意に設定することができ、本実施例では、周期dを $0.1\text{mm} \sim 30\text{mm}$ に設定する。一例として、周期dを 2mm とする。

【0039】なお、本実施例では、四角形の断面形状を有する棒状体11を用いているが、棒状体11の断面形状は円形等の他の形状であってもよい。また、本実施例では、三次元周期構造として単純立方格子構造を用いているが、立方格子構造に限らず三次元周期性を有する他の結晶構造を用いてもよい。

【0040】本実施例の三次元周期構造体1においては、樹脂およびセラミックス粒子の配分比率を調整することにより、棒状体11の誘電率を容易に調整することができる。それにより、棒状体11の屈折率を任意に調整することができる。また、棒状体11の間隔を任意に設定することにより、周期dを任意に設定することができる。したがって、任意の波長に対応したフォトニックバンドギャップ効果を得ることが可能になり、特定の波長を有する電磁波を完全に遮断することができる。

【0041】特に、周期dを 1mm から 3mm に設定した場合、周波数 $2\text{GHz} \sim 80\text{GHz}$ の帯域の電磁波を制御することが可能となる。

【0042】また、棒状体11が樹脂およびセラミックス粒子の混合物により形成されるので、加工および成形が容易であり、製造コストが安くなる。

【0043】図4は図1～図3の三次元周期構造体の製造方法の一例を示す模式的断面図、図5は図1～図3の三次元周期構造体の製造方法の一例を示す模式的斜視図である。以下、図4および図5を参照しながら図1～図3の三次元周期構造体の製造方法の一例について説明する。ここでは、液状の光硬化性樹脂の感光反応を利用した光造形法を用いる。

【0044】図4および図5において、矢印Xおよび矢印Yは平面内で互いに直交する2方向を示し、矢印Zは鉛直方向を示す。

【0045】光硬化性樹脂としてはエポキシ系光硬化性樹脂、アクリレート系光硬化性樹脂等を用いる。この光

硬化性樹脂中に TiO_2 系微粉末、 SrTiO_3 系微粉末、 BaTiO_3 系微粉末、 SiO_2 系微粉末等の誘電体セラミックス粒子を混合し分散させる。

【0046】まず、図4(a)および図5(a)に示すように、テーブル50上に所定の厚み分の液状の光硬化性樹脂が膜状に供給されるように、テーブル50を光硬化性樹脂10に浸漬させる。この状態で、紫外線レーザー光30を矢印Xの方向に走査させる。それにより、紫外線レーザー光30の被照射部分の光硬化性樹脂が硬化し、棒状体11が形成される。紫外線レーザー光30を矢印Xの方向と平行に繰り返し走査させることにより、矢印Xの方向に平行な複数の棒状体11を所定間隔で形成する。これにより、テーブル50上に第1層目の二次元基本構造体が形成される。

【0047】次に、図4(b)および図5(b)に示すように、テーブル50を所定の厚み分矢印Zの方向に下降させる。それにより、テーブル50上に形成された第1層目の二次元基本構造体上に所定の厚み分の液状の光硬化性樹脂が供給される。この状態で、紫外線レーザー光30を矢印Yの方向に走査させる。それにより、紫外線レーザー光30の被照射部分の光硬化性樹脂が硬化し、棒状体11が形成される。紫外線レーザー光30を矢印Yの方向と平行に繰り返し走査させることにより、矢印Yと平行な複数の棒状体11が形成される。それにより、第1層目の二次元基本構造体上に第2層目の二次元基本構造体が形成される。

【0048】同様にして、テーブル50を矢印Zの方向に下降させ、紫外線レーザー光30を矢印Xの方向に平行に繰り返し走査させることにより、第3層目の二次元基本構造体を形成し、さらにテーブル50を矢印Zの方向に下降させ、紫外線レーザー光30を矢印Yの方向に平行に繰り返し走査させることにより、第4層目の二次元基本構造体を形成する。

【0049】以下同様にして、第1層目、第2層目、第3層目および第4層目の二次元基本構造体を所定の回数繰り返し順次積層する。

【0050】このような光造形法を用いると、0.1mm～30mmの周期dを有する三次元周期構造体1を容易に作製することができる。

【0051】図6は本発明の他の実施例における三次元周期構造体の正面図である。図6の三次元周期構造体1においては、一部分に格子欠陥60が設けられている。この格子欠陥60の部分では、周期性が他の部分の周期性と異なる。そのため、格子欠陥60を除く部分で特定の波長を有する電磁波に対するフォトリソニックバンドギャップ効果が得られ、格子欠陥60の部分では、特定の波長を有する電磁波に対するフォトリソニックバンドギャップ効果が得られない。

【0052】したがって、格子欠陥60を連続的に形成することにより、特定の波長を有する電磁波を伝搬する

導波路が形成される。

【0053】また、三次元周期構造体1に異なる周期性を有する領域を形成し、異なる周期性を有する領域の界面を対向させることにより、特定の波長を有する電磁波に対する共振器を形成することができる。

【0054】このように、三次元周期構造体1の一部に周期性の異なる部分を設けることにより、電磁波の指向性を制御することができる。

【0055】図7は図1～図3の三次元周期構造体をアンテナに応用した例を示す模式的斜視図である。

【0056】図7において、図1～図3の構造を有する平面状の三次元周期構造体1によりアンテナが形成されている。この三次元周期構造体1の一方の面に1対の電極80が設けられている。三次元周期構造体1が特定の波長を有する電磁波に対する遮蔽効果を有するため、電極80から発生される特定の波長の電磁波100は矢印Aの方向に放射され、矢印Bの方向には放射されない。

【0057】このように、図1～図3の三次元周期構造体1を用いることにより高指向性のアンテナが実現する。三次元周期構造体1の周期dを1mm～3mmに設定した場合、2GHz～80GHzの電磁波に対する波長選択性および高指向性が得られる。

【0058】例えば、飛行船通信に応用する場合、利用が予定されている約30GHzのミリ波帯の電磁波に対して高い誘電率を示す酸化チタン、チタン酸ストロンチウム、チタン酸バリウム等のセラミックス微粉末を均一に分散させた樹脂を用いることにより、アンテナに高指向性を付与することができる。

【0059】したがって、図7のアンテナを用いることにより、ミリ波領域およびマイクロ波領域の電磁波を使用する通信機器の出力特性の高性能化が可能となる。また、電磁波が特定の方向に集中するため、エネルギー利用効率が向上し、携帯機器の使用時間を延長することが可能となる。さらに、電磁波の放射角が限定されるので、使用者や他の電子機器に対する電磁障害が防止される。

【0060】なお、上記実施例の三次元周期構造体1は、光造形法に限らず他の積層造形法を用いて形成することもできる。例えば、紙等の基材に樹脂を含浸したシート状材料にレーザー光を照射しつつ積層する方法を用いてもよい(特開平4-221624号公報および特開平7-285179号公報参照)。また、薄い樹脂フィルムにレーザー光を照射しつつ積層する方法を用いてもよい(特開平5-237941号公報および特開平5-229016号公報参照)。さらに、粉末状樹脂をレーザー光で溶融および結合させて積層する方法を用いてもよい(特開平1-232027号公報および特開平3-183530号公報参照)。さらに、紐状の溶融樹脂を積層する方法を用いてもよい(特開平2-130132号公報および特開平3-158228号公報参照)。

【0061】また、三次元周期構造体1の他の製造方法として、射出成形、注型等の樹脂成形法を用いてもよい。この場合には、棒状体11の型を作製し、樹脂としてエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂またはポリエチレン等の熱可塑性樹脂を用いる。棒状体11の型を作製し、熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂とセラミックス粒子との混合物により複数の棒状体11を効率的に成形した後、所定数の棒状体11を積み重ねることにより三次元周期構造体1を組み立てることが可能である。

【0062】また、二次元基本構造体21～24の型を作製し、熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂とセラミックス粒子との混合物を用いて複数の二次元基本構造体21～24を効率的に成形した後、所定数の二次元基本構造体21～24を積み重ねることにより三次元周期構造体1を組み立てることも可能である。

【0063】これらの場合、棒状体11または二次元基本構造体21～24を接着剤等を用いて相互に接着するか、あるいは、組み立てられた三次元周期構造体1の全体を別の樹脂やゴム等で固めてもよい。

【0064】樹脂成形法を用いた場合、構造の最適化設計により、三次元周期構造体1の量産化および低コスト化が図られる。

【0065】以上のように、上記実施例の三次元周期構造体1において、棒状体11の誘電率の選択および周期構造の制御により、特定の波長を有する電磁波を完全に遮蔽することができる。それにより、種々のデバイスに電磁波の波長選択性、指向性および導波機能を付与することができ、特定方向への送信効率の向上および電磁障害の防止が可能となる。

【0066】したがって、三次元周期構造体1を用いて新しい高機能通信機器用の部品の作製が可能となるとともに、通信機器の高出力化に伴って高効率化および電磁障害防止を図ることができる。それにより、グローバル移動体通信、超高速インターネット、ビデオオンデマンド、高品位テレビ伝送などを利用したマルチメディア社会に必要な高速大容量通信インフラストラクチャおよび電磁波障害に強い通信システムを提供することが可能となる。

【0067】また、高指向性マイクロ波移動体通信機用のアンテナの量産技術を提供することにより、人工衛星を利用したグローバル移動体通信システムおよび飛行船を中継基地とする高速大容量通信システムにおけるミリ波帯通信機器の高性能化および小型化が可能となる。さらに、自動運転を可能にする高度道路交通システム用のミリ波帯アンテナの高性能化による交通安全世界の実現など、通信環境の一層の発展を期待できる。

【0068】特に、ミリ波帯またはマイクロ波帯通信の高機能化および電磁漏洩に対する安全性を確保する電磁障害防止デバイスとしての製造技術を提供することが可能となる。

【0069】さらに、サブミリ単位の三次元周期構造体1により約80GHz帯のミリ波帯アンテナへの応用が可能となるとともに三次元周期構造体1を利用したアンテナ以外の多種多様なデバイスの製作が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における三次元周期構造体の平面図である。

【図2】図1の三次元周期構造体の正面図である。

【図3】図1の三次元周期構造体の側面図である。

【図4】図1～図3の三次元周期構造体の製造方法の一例を示す模式的断面図である。

【図5】図1～図3の三次元周期構造体の製造方法の一例を示す模式的斜視図である。

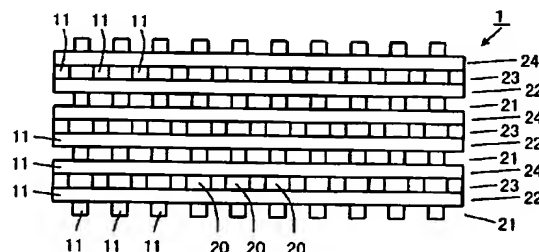
【図6】本発明の他の実施例における三次元周期構造体の正面図である。

【図7】図1～図3の三次元周期構造体をアンテナに応用した例を示す模式的斜視図である。

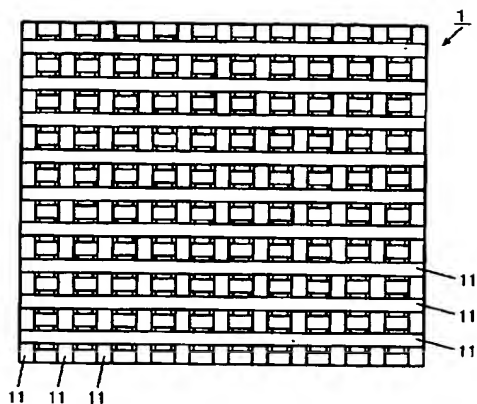
【符号の説明】

- 1 三次元周期構造体
- 10 光硬化性樹脂
- 11 棒状体
- 20 空間
- 21～24 二次元基本構造体
- 30 紫外線レーザ光
- 60 格子欠陥

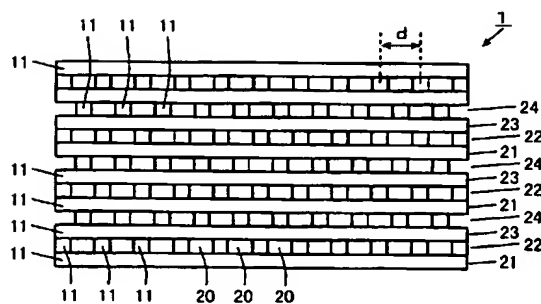
【図3】



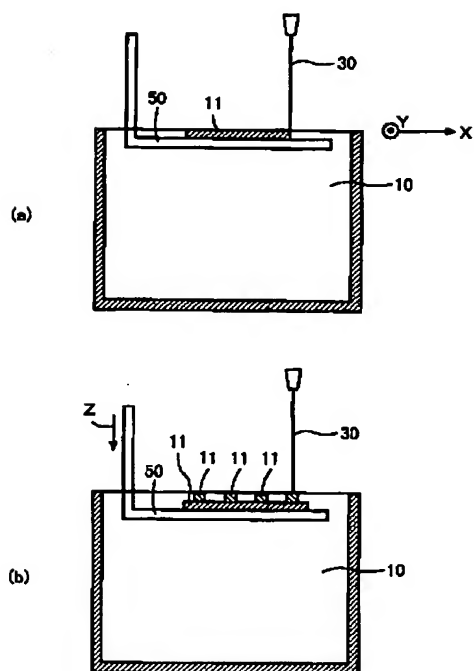
【図 1】



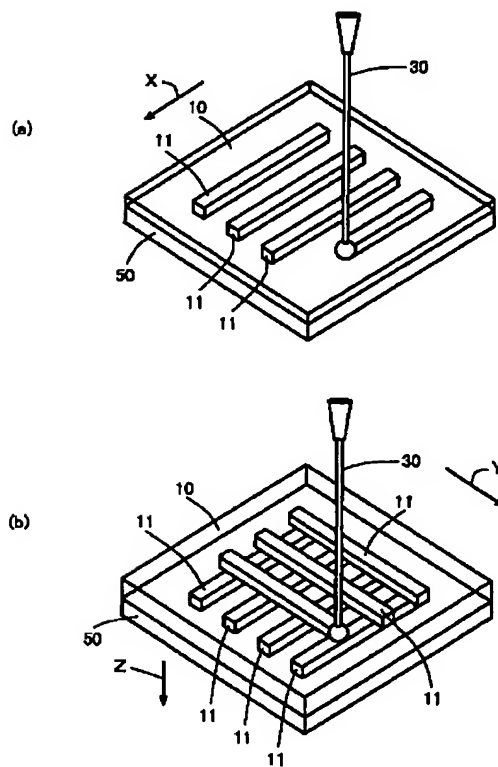
【図 2】



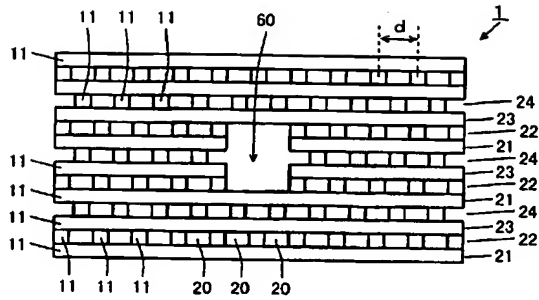
【図 4】



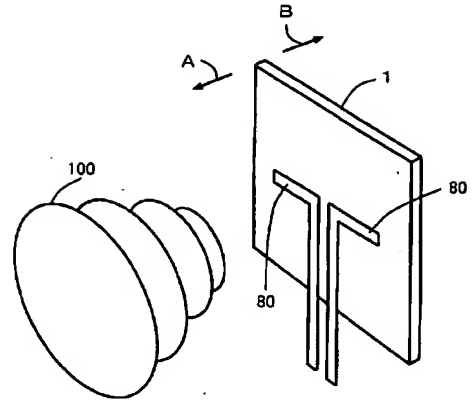
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I
G 0 2 B 6/12テーマコード* (参考)
N

* NOTICES *

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

Bibliography

(19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)

(12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)

(11) [Publication No.] JP, 2000-341031, A (P2000-341031A)

(43) [Date of Publication] December 8, Heisei 12 (2000. 12. 8)

(54) [Title of the Invention] The three-dimensions period structure and its manufacture approach

(51) [The 7th edition of International Patent Classification]

H01Q 17/00

G02B 5/18

6/12

H01Q 15/02

H01S 5/20

[FI]

H01Q 17/00

G02B 5/18

H01Q 15/02

H01S 5/20

G02B 6/12 Z

N

[Request for Examination] Un-asking.

[The number of claims] 11

[Mode of Application] OL

[Number of Pages] 8

(21) [Application number] Japanese Patent Application No. 11-150582

(22) [Filing date] May 28, Heisei 11 (1999. 5. 28)

[Indication of exceptions to lack of novelty] Those with the 1st term application application of Article 30 of Patent Law March 25, Heisei 11 It announces to "the collection of the 1999 annual convention lecture drafts" of the Ceramic Society of Japan issue.

(71) [Applicant]

[Identification Number] 592054683

[Name] Incorporated company ion engineering lab

[Address] 2-8-1, Tsuda-Yamate, Hirakata-shi, Osaka

(72) [Inventor(s)]

[Name] Miyamoto ** student

[Address] 1-14-202, Tsukinoki-cho, Ikeda-shi, Osaka

(72) [Inventor(s)]

[Name] Kajiyama Kenji

[Address] 2-8-1, Tsuda-Yamate, Hirakata-shi, Osaka Inside of an
incorporated company ion engineering lab

(74) [Attorney]

[Identification Number] 100098305

[Patent Attorney]

[Name] Fukushima Yoshihito

[Theme code (reference)]

2H047

2H049

5J020

[F term (reference)]

2H047 KA03 QA05 TA43

2H049 AA33 AA43 AA44 AA59 AA65

5J020 BA02 BC02 BC13 CA04 CA05

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may
not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

Epitome

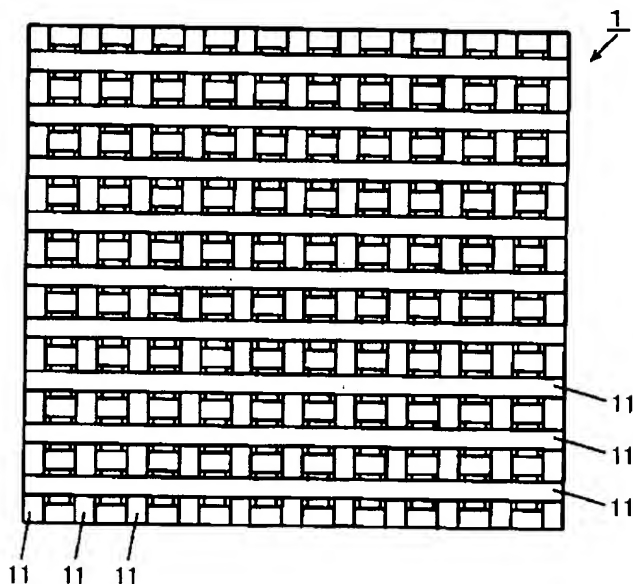
(57) [Abstract]

[Technical problem] It is being able to control the electromagnetic wave
of desired wavelength and offering the three-dimensions period structure

which can be manufactured [easy and] cheaply, and its manufacture approach.

[Means for Solution] A laminating is carried out, carrying out sequential formation of the 2-dimensional basic structures 21-24 constituted by two or more rod-like structures 11 by the Mitsuzo form method, and the three-dimensions period structure 1 is formed. A rod-like structure 11 is formed into resin with the mixture which made homogeneity distribute a ceramic particle. It becomes possible by adjusting the allocation ratio of resin and a ceramic particle, and setting the period of a rod-like structure 11 as arbitration to acquire the photograph nick band gap effectiveness corresponding to the wavelength of arbitration. By preparing the part from which periodicity differs in a part of three-dimensions period structure 1, it becomes possible to control the directivity of an electromagnetic wave.

[Translation done.]



[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The three-dimensions period structure characterized by combining with a three-dimensions period target two or more unit components formed with the mixture of resin and a ceramic particle.

[Claim 2] The three-dimensions period structure according to claim 1 characterized by including other parts and the part from which periodicity differs in an one direction at least.

[Claim 3] The three-dimensions period structure according to claim 1 or 2 characterized by having arranged said two or more unit components two-dimensional, having formed the 2-dimensional basic structure, and carrying out the laminating of said two or more 2-dimensional basic structures.

[Claim 4] Said unit component is the three-dimensions period structure according to claim 1 to 3 characterized by carrying out the laminating of the 2-dimensional basic structure which is a rod-like structure, and which comes to arrange said two or more rod-like structures at intervals of predetermined in parallel with the 1st direction, and the 2-dimensional basic structure which comes to arrange said two or more rod-like structures at intervals of predetermined in parallel with the 2nd direction which crosses in said 1st direction by turns.

[Claim 5] The three-dimensions period structure according to claim 1 to 4 characterized by said resin being a photo-setting resin.

[Claim 6] The three-dimensions period structure according to claim 1 to 4 characterized by said resin being thermosetting resin or thermoplastics.

[Claim 7] The three-dimensions period structure according to claim 1 to 6 characterized by having the period of 0.1mm or more 30mm or less.

[Claim 8] The manufacture approach of the three-dimensions period structure characterized by manufacturing the three-dimensions period structure by forming the 2-dimensional basic structure which comes periodically to arrange two or more unit components which consist of mixture of resin and a ceramic particle, and accumulating said two or more 2-dimensional basic structures.

[Claim 9] The manufacture approach of the three-dimensions period structure according to claim 8 characterized by molding said three-dimensions period structure by the laminating molding method which carries out the laminating of the layer-like processing unit one by one.

[Claim 10] The manufacture approach of the three-dimensions period structure according to claim 8 or 9 characterized by carrying out the laminating of said two or more 2-dimensional basic structures one by one, forming said 2-dimensional basic structure by the Mitsuzo form method, using a photo-setting resin as said resin.

[Claim 11] The manufacture approach of the three-dimensions period structure according to claim 8 characterized by forming two or more said unit component or said two or more 2-dimensional basic structures by the resin fabricating method, and combining two or more said unit component or said two or more 2-dimensional basic structures, using thermosetting resin or thermoplastics as said resin.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the three-dimensions period structure which constitutes a photograph nick crystal, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] The three-dimensions period structure from which a refractive index changes periodically shows the interferential action to an electromagnetic wave, and forbids passage of the electromagnetic wave of a specific frequency domain. That is, the light of specific wavelength can be covered. The forbidden band in this

case is called a photonic band gap, and the three-dimensions period structure is called a photonic crystal. Moreover, the effectiveness which covers the electromagnetic wave of specific wavelength is called the photonic band gap effectiveness. As for such the three-dimensions period structure, the application to optical devices, such as an efficient semiconductor laser component and optical waveguide, is expected.

[0003] For example, the example of a configuration of the three-dimensions period structure is proposed by E. Yablonovitch, "Photonic band-gap structures", J. Opt. Soc. AmB, vol. 10, no. 2, pp. 283-295, and 1993. Moreover, the approach of producing the three-dimensions period structure which has about 1 micrometer or a period not more than it using sputter etching is indicated by JP, 10-335758, A.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the technique which can produce easily the structure of having a desired refractive index and a desired three-dimensions-period is not established, the device adapting the three-dimensions period structure is not put in practical use. The electromagnetic wave of a microwave range is not developed from a millimeter wave field especially about the structure and the production approach of the controllable three-dimensions period structure.

[0005] In order to build the communication link infrastructure suitable for the communication link of high-speed large capacity, it is necessary to attain high performance-ization of a communication link of a millimeter wave band or a microwave band. However, if the oscillation output of an electromagnetic wave becomes several W, since electromagnetic interference may occur, it is necessary to secure the compatibility of communicative high-performance-izing and electromagnetic interference prevention, and the high performance communication equipment equipped with the electromagnetic interference prevention function is called for.

[0006] In the high-speed mass communication system which makes a satellite and an airship a relay base, a global system for mobile communications, and an intelligent transport system, the cheap high performance small communication equipment which performs the communication link of a millimeter wave band or a microwave band will be needed in large quantities, and, moreover, will need to prevent electromagnetic interference.

[0007] Therefore, not only an optical field but a device which controls the electromagnetic wave of a microwave range from a millimeter wave

field is desired.

[0008] The purpose of this invention is being able to control the electromagnetic wave of desired wavelength and offering the three-dimensions period structure which can be manufactured [easy and] cheaply.

[0009] Other purposes of this invention are offering the manufacture approach which can manufacture the controllable three-dimensions period structure for the electromagnetic wave of desired wavelength easily and cheaply.

[0010]

[The means for solving a technical problem and an effect of the invention] Two or more unit components in which the three-dimensions period structure concerning this invention is formed with the mixture of resin and a ceramic particle are combined with a three-dimensions period target.

[0011] The wavelength λ of an electromagnetic wave is expressed with kC/f . Here, the speed and f to which a constant spreads k and an electromagnetic wave spreads C are the frequency of an electromagnetic wave. The period d of the three-dimensions period structure which discovers the photograph nick band gap effectiveness to the electromagnetic wave of wavelength λ is proportional to $\lambda/2n$. n is the optical refractive index of the quality of the material of the unit component of the three-dimensions period structure. Since this refractive index n is proportional to the square root of the specific inductive capacity ϵ of the quality of the material, a period d is proportional to $\lambda/2\sqrt{\epsilon}$. While choosing from such relation the dielectric constant of the proper which the three-dimensions period structure has, it becomes possible by adjusting a period to acquire the photograph nick band gap effectiveness corresponding to specific wavelength.

[0012] In the three-dimensions period structure concerning this invention, since a unit component is formed with the mixture of resin and a ceramic particle, the dielectric constant of a unit component can be easily adjusted by adjusting the allocation ratio of resin and a ceramic particle. Thereby, the refractive index of a unit component can be adjusted to arbitration. Moreover, the period of two or more unit components can be set as arbitration, and two or more unit components can be combined.

[0013] Therefore, it becomes possible to acquire the photograph nick band gap effectiveness corresponding to the wavelength of arbitration, and the electromagnetic wave which has the wavelength of arbitration can

be covered completely. Consequently, the wavelength selection nature of an electromagnetic wave and directivity are obtained, and high-performance-izing of electro magnetic radiation and improvement in energy use effectiveness are attained. Moreover, electromagnetic wave leakage and prevention of electromagnetic wave disorder are achieved. [0014] Moreover, since the mixture of resin and a ceramic particle is used as an ingredient of a unit component, processing or shaping is easy and a manufacturing cost becomes cheap.

[0015] Especially, the three-dimensions period structure may also contain at least other parts and the part from which periodicity differs in an one direction. In this case, while covering the electromagnetic wave which has specific wavelength, the electromagnetic wave which has other wavelength can be made to penetrate. This becomes possible to constitute waveguide or a resonator.

[0016] Two or more unit components may be arranged two-dimensional, the 2-dimensional basic structure may be formed, and the laminating of two or more 2-dimensional basic structures may be carried out. Thereby, the three-dimensions period structure is constituted. In this case, the wavelength of the electromagnetic wave which discovers the photogaph nick band gap effectiveness is easily controllable by adjusting the array period of two or more unit components which constitute the 2-dimensional basic structure, and the laminating period of two or more 2-dimensional basic structures.

[0017] A unit component is a rod-like structure and the laminating of the 2-dimensional basic structure which comes to arrange two or more rod-like structures at intervals of predetermined in parallel with the 1st direction, and the 2-dimensional basic structure which comes to arrange two or more rod-like structures at intervals of predetermined in parallel with the 2nd direction which crosses in the 1st direction may be carried out by turns. In this case, the unit component which consists of a rod-like structure is easily combinable with a three-dimensions period target.

[0018] Resin may be a photo-setting resin. In this case, the three-dimensions period structure can be formed by the Mitsuzo form method.

[0019] Resin may be thermosetting resin or thermoplastics. In this case, the three-dimensions period structure can be formed by the fabricating method using a mold.

[0020] The three-dimensions period structure may have the period of 0.1mm or more 30mm or less. In this case, the photogaph nick band gap effectiveness can be acquired to the electromagnetic wave used for a communication link. Therefore, it is applicable to the device which

controls the electromagnetic wave used for a communication link in the three-dimensions period structure.

[0021] When the period of three-dimensions period structure is especially set as 1mm or more 3mm or less, it becomes applicable to the device which controls the electromagnetic wave of a microwave range from a millimeter wave field.

[0022] The manufacture approach of the three-dimensions period structure concerning this invention forms the 2-dimensional basic structure which comes periodically to arrange two or more unit components which consist of mixture of resin and a ceramic particle, and manufactures the three-dimensions period structure by accumulating two or more 2-dimensional basic structures.

[0023] In the manufacture approach of the three-dimensions period structure concerning this invention, since a unit component consists of mixture of resin and a ceramic particle, the dielectric constant of a unit component can be easily adjusted by adjusting the allocation ratio of resin and a ceramic particle. Thereby, the refractive index of a unit component can be adjusted to arbitration.

[0024] Moreover, a three-dimensions period can be set as arbitration by forming the 2-dimensional basic structure which comes to arrange two or more unit components periodically, and adjusting the array period of two or more unit components which constitute the 2-dimensional basic structure, and the laminating period of two or more 2-dimensional basic structures, since the three-dimensions period structure is manufactured by accumulating two or more 2-dimensional basic structures.

[0025] Therefore, the photograph nick band gap effectiveness corresponding to the wavelength of arbitration can be acquired.

[0026] Furthermore, since the mixture of resin and a ceramic particle is used as an ingredient of a unit component, processing or shaping is easy and a manufacturing cost becomes cheap.

[0027] The controllable three-dimensions period structure can be manufactured for the electromagnetic wave of the wavelength of arbitration easily and cheaply these results.

[0028] The three-dimensions period structure may be molded by the laminating molding method which carries out the laminating of the layer-like processing unit one by one. In this case, the three-dimensions period structure which has the period of a submillimeter unit to a milli unit can be formed easily. The laminating of two or more 2-dimensional basic structures may be carried out one by one, forming the 2-dimensional basic structure by the Mitsuzo form method, using a photo-setting resin as resin.

[0029] Using thermosetting resin or thermoplastics as resin, two or more unit component or two or more 2-dimensional basic structures may be formed by the resin fabricating method, and two or more unit component and two or more 2-dimensional basic structures may be combined.

[0030]

[Embodiment of the Invention] The front view of the three-dimensions period structure of drawing 1 and drawing 3 of the top view of the three-dimensions period structure [in / in drawing 1 / one example of this invention] and drawing 2 are the side elevations of the three-dimensions period structure of drawing 1 . The three-dimensions period structure of drawing 1 - drawing 3 has simple-cubic-lattice structure.

[0031] Two or more rod-like structures 11 which have a square cross-section configuration are arranged at equal intervals in parallel a period d . Thereby, the 2-dimensional basic structure 21 of the 1st layer is formed. On the 2-dimensional basic structure 21 of the 1st layer, two or more rod-like structures 11 are arranged at equal intervals in parallel a period d . Thereby, the 2-dimensional basic structure 22 of the 2nd layer is formed. The rod-like structure 11 of the 2-dimensional basic structure 22 of the 2nd layer is arranged so that the rod-like structure 11 and right angle of the 2-dimensional basic structure 21 of the 1st layer may be crossed.

[0032] On the 2-dimensional basic structure 22 of the 2nd layer, two or more rod-like structures 11 are arranged at equal intervals in parallel a period d . Thereby, the 2-dimensional basic structure 23 of the 3rd layer is formed. The rod-like structure 11 of the 2-dimensional basic structure 23 of the 3rd layer is arranged in the location which shifted to the rod-like structure 11 and right angle of the 2-dimensional basic structure 22 of the 2nd layer $1/2$ period ($d/2$) to the rod-like structure 11 of an intersection and the 2-dimensional basic structure 21 of the 1st layer.

[0033] On the 2-dimensional basic structure 23 of the 3rd layer, two or more rod-like structures 11 are arranged at equal intervals in parallel a period d . Thereby, the 2-dimensional basic structure 24 of the 4th layer is formed. The rod-like structure 11 of the 2-dimensional basic structure 24 of the 4th layer is arranged in the location which shifted to the rod-like structure 11 and right angle of the 2-dimensional basic structure 23 of the 3rd layer $1/2$ period ($d/2$) to the rod-like structure 11 of an intersection and the 2-dimensional basic structure 22 of the 2nd layer.

[0034] There are few numbers of the rod-like structure 11 which constitutes the 2-dimensional basic structure 21 of the 1st layer one

than the number of the rod-like structure 11 which constitutes the 2-dimensional basic structure 23 of the 3rd layer, and there are few numbers of the rod-like structure 11 which constitutes the 2-dimensional basic structure 24 of the 4th layer one than the number of the rod-like structure 11 which constitutes the 2-dimensional basic structure 22 of the 2nd layer.

[0035] The count repeat sequential laminating of predetermined is carried out for the 2-dimensional basic structure 21 of the 1st layer, the 2-dimensional basic structure 22 of the 2nd layer, the 2-dimensional basic structure 23 of the 3rd layer, and the 2-dimensional basic structure 24 of the 4th layer like the following.

[0036] Each rod-like structure 11 is formed into resin with the mixture which made homogeneity distribute a ceramic particle. As resin, various synthetic resin, such as epoxy system resin and acrylate system resin, can be used, for example. Moreover, as a ceramic particle, TiO_2 (titanium oxide), SrTiO_3 (strontium titanate), BaTiO_3 (barium titanate), SiO_2 , etc. can be used (silicon oxide). It is desirable to use the ceramic particle which has a high dielectric constant especially.

[0037] Here, the dielectric constant of a rod-like structure 11 is set to epsilon 1. Space 20 exists between the adjacent rod-like structures 11. The dielectric constant of space 20 is set to epsilon 2. The periodic grid-like repeat structure where the rod-like structure 11 of a dielectric constant epsilon 1 and the space 20 of a dielectric constant epsilon 2 have been arranged three-dimensions-wise and continuously by this is acquired.

[0038] The dimension of each rod-like structure 11 can be set as arbitration, and is set to $1\text{mm} \times 1\text{mm} \times 50\text{mm}$ by this example, for example. Moreover, a period d can be set as arbitration and sets a period d as $0.1\text{mm} - 30\text{mm}$ in this example. A period d is set to 2mm as an example.

[0039] In addition, although the rod-like structure 11 which has a square cross-section configuration is used in this example, the cross-section configurations of a rod-like structure 11 may be other configurations, such as a round shape. Moreover, in this example, although simple-cubic-lattice structure is used as three-dimensions period structure, other crystal structures which have not only cubic lattice structure but three-dimensions periodicity may be used.

[0040] In the three-dimensions period structure 1 of this example, the dielectric constant of a rod-like structure 11 can be easily adjusted by adjusting the allocation ratio of resin and a ceramic particle. Thereby, the refractive index of a rod-like structure 11 can be adjusted to arbitration. Moreover, a period d can be set as arbitration by setting

spacing of a rod-like structure 11 as arbitration. Therefore, it becomes possible to acquire the photograph nick band gap effectiveness corresponding to the wavelength of arbitration, and the electromagnetic wave which has specific wavelength can be covered completely.

[0041] When a period d is especially set as 3mm from 1mm, it becomes possible to control the electromagnetic wave of a band with a frequency of 2GHz - 80GHz.

[0042] Moreover, since a rod-like structure 11 is formed with the mixture of resin and a ceramic particle, processing and shaping are easy and a manufacturing cost becomes cheap.

[0043] The typical sectional view in which drawing 4 shows an example of the manufacture approach of the three-dimensions period structure of drawing 1 - drawing 3, and drawing 5 are the typical perspective views showing an example of the manufacture approach of the three-dimensions period structure of drawing 1 - drawing 3. Hereafter, an example of the manufacture approach of the three-dimensions period structure of drawing 1 - drawing 3 is explained, referring to drawing 4 and drawing 5. Here, the Mitsuzo form method for having used the sensitization reaction of a liquefied photo-setting resin is used.

[0044] In drawing 4 and drawing 5, an arrow head X and an arrow head Y show the 2-way which intersects perpendicularly mutually in a flat surface, and an arrow head Z shows the direction of a vertical.

[0045] As a photo-setting resin, an epoxy system photo-setting resin, an acrylate system photo-setting resin, etc. are used. It is TiO_2 in this photo-setting resin. System impalpable powder and SrTiO_3 System impalpable powder and BaTiO_3 System impalpable powder and SiO_2 Dielectric ceramic particles, such as system impalpable powder, are mixed, and it is made to distribute.

[0046] First, a table 50 is made immersed in a photo-setting resin 10 so that the liquefied predetermined photo-setting resin for thickness may be supplied in the shape of film on a table 50 as shown in drawing 4 (a) and drawing 5 (a). The ultraviolet-rays laser beam 30 is made to scan in the direction of an arrow head X in this condition. Thereby, the photo-setting resin of the irradiated part of the ultraviolet-rays laser beam 30 hardens, and a rod-like structure 11 is formed. By making the direction of an arrow head X, and parallel repeat and scan the ultraviolet-rays laser beam 30, two or more rod-like structures 11 parallel to the direction of an arrow head X are formed at intervals of predetermined. Thereby, the 2-dimensional basic structure of the 1st layer is formed on a table 50.

[0047] Next, as shown in drawing 4 (b) and drawing 5 (b), a table 50 is

dropped in the direction of the predetermined thickness part arrow head Z. Thereby, the liquefied predetermined photo-setting resin for thickness is supplied on the 2-dimensional basic structure of the 1st layer formed on the table 50. The ultraviolet-rays laser beam 30 is made to scan in the direction of an arrow head Y in this condition. Thereby, the photo-setting resin of the irradiated part of the ultraviolet-rays laser beam 30 hardens, and a rod-like structure 11 is formed. By making the direction of an arrow head Y, and parallel repeat and scan the ultraviolet-rays laser beam 30, two or more rod-like structures 11 parallel to an arrow head Y are formed. Thereby, the 2-dimensional basic structure of the 2nd layer is formed on the 2-dimensional primitive period structure of the 1st layer.

[0048] By dropping a table 50 in the direction of an arrow head Z, repeating the ultraviolet-rays laser beam 30 in parallel with the direction of an arrow head X, and making it similarly scan The 2-dimensional basic structure of the 4th layer is formed by forming the 2-dimensional basic structure of the 3rd layer, dropping a table 50 in the direction of an arrow head Z further, repeating the ultraviolet-rays laser beam 30 in parallel with the direction of an arrow head Y, and making it scan.

[0049] the following -- the same -- carrying out -- the 2-dimensional basic structure of the 1st layer, the 2nd layer, the 3rd layer, and the 4th layer -- a predetermined count repeat sequential laminating -- it carries out.

[0050] If such a Mitsuzo form method is used, the three-dimensions period structure 1 which has the period d of 0.1mm - 30mm is easily producible.

[0051] Drawing 6 is the front view of the three-dimensions period structure in other examples of this invention. In the three-dimensions period structure 1 of drawing 6, the lattice defect 60 is formed in the part. In the part of this lattice defect 60, periodicity differs from the periodicity of other parts. Therefore, the photograph nick band gap effectiveness over the electromagnetic wave which has specific wavelength in the part except a lattice defect 60 is acquired, and the photograph nick band gap effectiveness over the electromagnetic wave which has specific wavelength is not acquired in the part of a lattice defect 60.

[0052] Therefore, the waveguide which spreads the electromagnetic wave which has specific wavelength is formed by forming a lattice defect 60 continuously.

[0053] Moreover, the resonator to the electromagnetic wave which has

specific wavelength can be formed by making the interface of the field which forms the field which has periodicity which is different in the three-dimensions period structure 1, and has different periodicity counter.

[0054] Thus, the directivity of an electromagnetic wave is controllable by preparing the part from which periodicity differs in a part of three-dimensions period structure 1.

[0055] Drawing 7 is the typical perspective view showing the example which applied the three-dimensions period structure of drawing 1 - drawing 3 to the antenna.

[0056] In drawing 7, the antenna is formed of the plane three-dimensions period structure 1 which has the structure of drawing 1 - drawing 3. One pair of electrodes 80 are formed in one field of this three-dimensions period structure 1. Since the three-dimensions period structure 1 has a shielding effect over the electromagnetic wave which has specific wavelength, the electromagnetic wave 100 of the specific wavelength generated from an electrode 80 is emitted in the direction of an arrow head A, and is not emitted in the direction of an arrow head B.

[0057] Thus, the antenna of high directivity is realized by using the three-dimensions period structure 1 of drawing 1 - drawing 3. When the period d of the three-dimensions period structure 1 is set as $1\text{mm} - 3\text{mm}$, the wavelength selection nature to a $2\text{GHz} - 80\text{GHz}$ electromagnetic wave and high directivity are obtained.

[0058] For example, when applying to an airship communication link, high directivity can be given to an antenna by using the resin which made homogeneity distribute ceramic impalpable powder, such as titanium oxide in which a high dielectric constant is shown to the electromagnetic wave of the millimeter wave band which is about 30GHz by which use is planned, strontium titanate, and barium titanate.

[0059] Therefore, high performance-ization of the output characteristics of the communication equipment which uses the electromagnetic wave of a millimeter wave field and a microwave range is attained by using the antenna of drawing 7. Moreover, in order that an electromagnetic wave may concentrate in the specific direction, energy use effectiveness improves and it becomes possible to extend the time of a pocket device. Furthermore, since the radiation angle of an electromagnetic wave is limited, the electromagnetic interference over a user or other electronic equipment is prevented.

[0060] In addition, the three-dimensions period structure 1 of the above-mentioned example can also be formed not only using the Mitsuzo form method but using other laminating molding methods. For example, the

approach of carrying out a laminating may be used, irradiating a laser beam at the sheet-like ingredient which sank resin into base materials, such as paper, (refer to JP, 4-221624, A and JP, 7-285179, A). Moreover, the approach of carrying out a laminating may be used, irradiating a laser beam at a thin resin film (refer to JP, 5-237941, A and JP, 5-229016, A). Furthermore, melting and the approach of making combine and carrying out a laminating may be used for powdered resin by the laser beam (refer to JP, 1-232027, A and JP, 3-183530, A). Furthermore, the approach of carrying out the laminating of the string-like melting resin may be used (refer to JP, 2-130132, A and JP, 3-158228, A).

[0061] Moreover, the resin fabricating methods, such as injection molding and casting, may be used as other manufacture approaches of the three-dimensions period structure 1. In this case, the mold of a rod-like structure 11 is produced and thermoplastics, such as thermosetting resin, such as an epoxy resin, or polyethylene, is used as resin. After producing the mold of a rod-like structure 11 and fabricating efficiently two or more rod-like structures 11 with the mixture of thermosetting resin or thermoplastics, and a ceramic particle, it is possible by accumulating the rod-like structure 11 of a predetermined number to assemble the three-dimensions period structure 1.

[0062] Moreover, after producing the mold of the 2-dimensional basic structures 21-24 and fabricating efficiently two or more 2-dimensional basic structures 21-24 using the mixture of thermosetting resin or thermoplastics, and a ceramic particle, it is also possible by accumulating the 2-dimensional basic structures 21-24 of a predetermined number to assemble the three-dimensions period structure 1.

[0063] The whole three-dimensions period structure 1 which pasted up a rod-like structure 11 or the 2-dimensional basic structures 21-24 mutually in these cases using adhesives etc., or was assembled may be hardened with another resin, rubber, etc.

[0064] When the resin fabricating method is used, fertilization and low-cost-izing of the three-dimensions period structure 1 are attained by the optimization design of structure.

[0065] As mentioned above, in the three-dimensions period structure 1 of the above-mentioned example, the electromagnetic wave which has specific wavelength can be completely covered by selection of the dielectric constant of a rod-like structure 11, and control of periodic structure. Thereby, the wavelength selection nature of an electromagnetic wave, directivity, and a guided wave function can be given to various devices, and the improvement in the send efficiency to the specific direction and prevention of electromagnetic interference are attained.

[0066] Therefore, while becoming producible [the new components for highly efficient communication equipment] using the three-dimensions period structure 1, in connection with the high increase in power of communication equipment, efficient-izing and electromagnetic interference prevention can be aimed at. It enables this to offer communication system strong against a high-speed high capacity communication infrastructure and electromagnetic wave disorder required for the multimedia society using the global mobile communications and ultra high-speed Internet, a video on demand, high definition television transmission, etc.

[0067] Moreover, high-performance-izing and the miniaturization of millimeter wave band communication equipment in the high-speed mass communication system which makes a relay base the global system for mobile communications and airship using a satellite are attained by offering the mass production technology of the antenna for high directivity microwave mobile transmitters. Furthermore, implementation of the traffic-paint world by high-performance-izing of the millimeter wave band antenna for intelligent transport systems which makes unattended operation possible etc. can expect much more development of communication environment.

[0068] especially -- advanced features and electromagnetism of a millimeter wave band or a microwave band communication link -- it becomes possible to offer the manufacturing technology as an electromagnetic interference prevention device which secures the safety to leakage.

[0069] Furthermore, while becoming applicable to the millimeter wave band antenna of an about 80GHz band by the three-dimensions period structure 1 of a submillimeter unit, manufacture of a variety of devices other than the antenna using the three-dimensions period structure 1 is attained.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view of the three-dimensions period structure in one example of this invention.

[Drawing 2] It is the front view of the three-dimensions period structure of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the side elevation of the three-dimensions period structure of drawing 1 .

[Drawing 4] It is the typical sectional view showing an example of the manufacture approach of the three-dimensions period structure of drawing 1 - drawing 3 .

[Drawing 5] It is the typical perspective view showing an example of the manufacture approach of the three-dimensions period structure of drawing 1 - drawing 3 .

[Drawing 6] It is the front view of the three-dimensions period structure in other examples of this invention.

[Drawing 7] It is the typical perspective view showing the example which applied the three-dimensions period structure of drawing 1 - drawing 3 to the antenna.

[Description of Notations]

1 Three-Dimensions Period Structure

10 Photo-setting Resin

11 Rod-like Structure

20 Space

21-24 2-dimensional basic structure

30 Ultraviolet-Rays Laser Beam

60 Lattice Defect

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

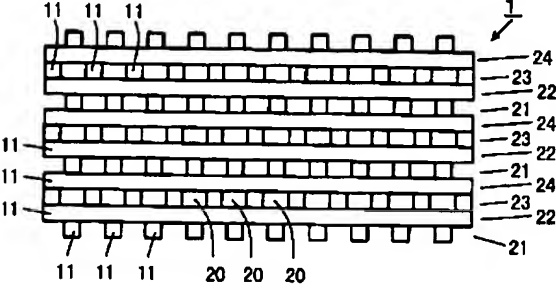
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

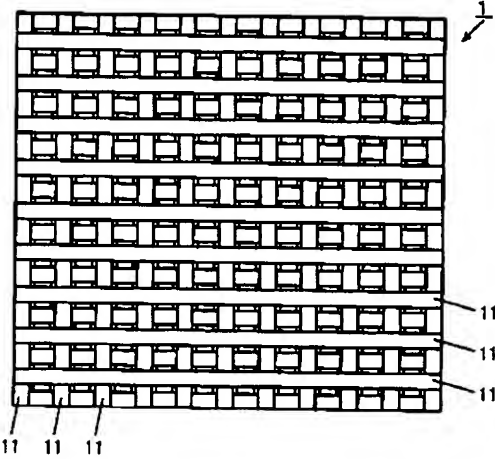
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

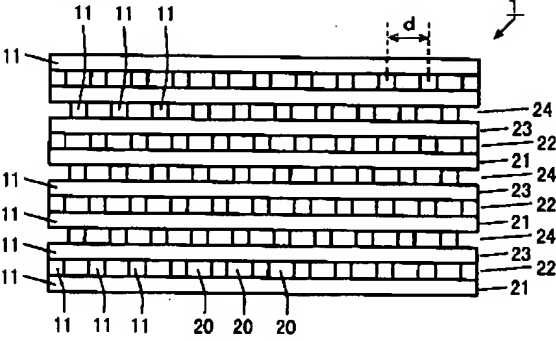
[Drawing 3]



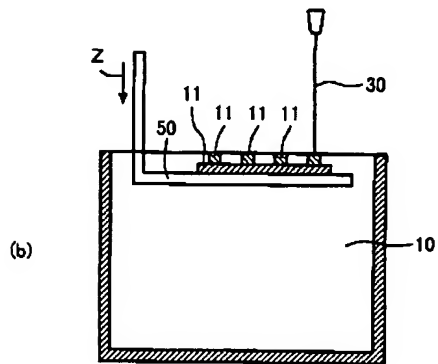
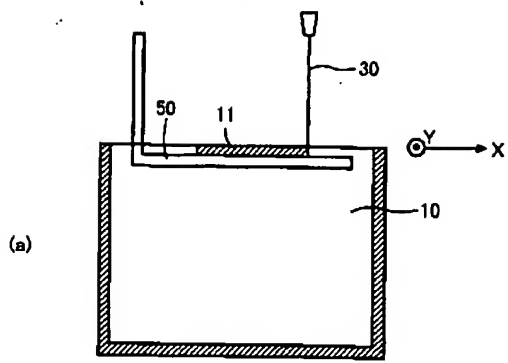
[Drawing 1]



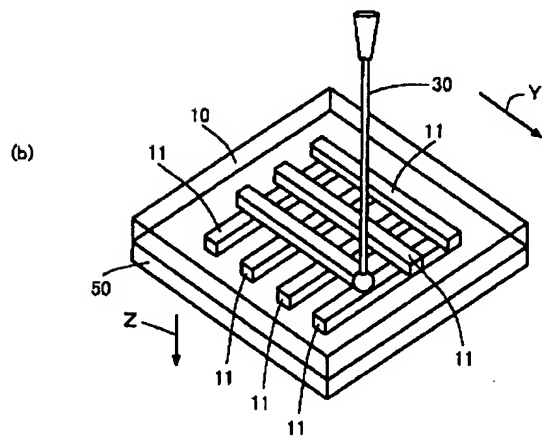
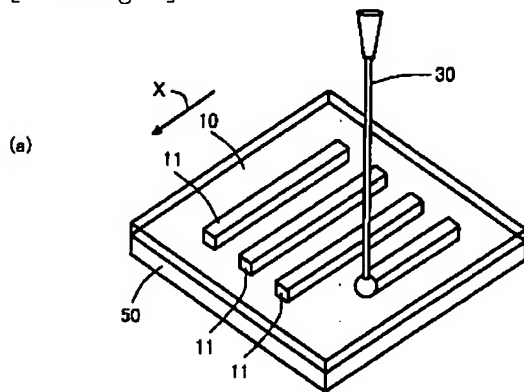
[Drawing 2]



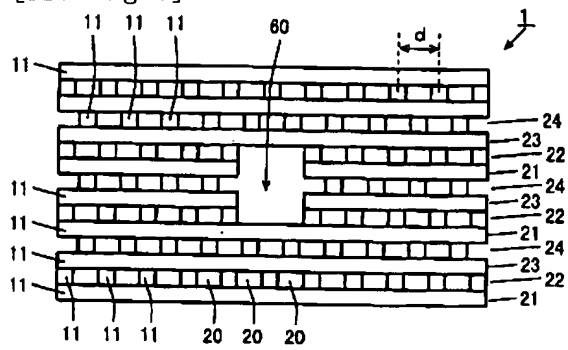
[Drawing 4]



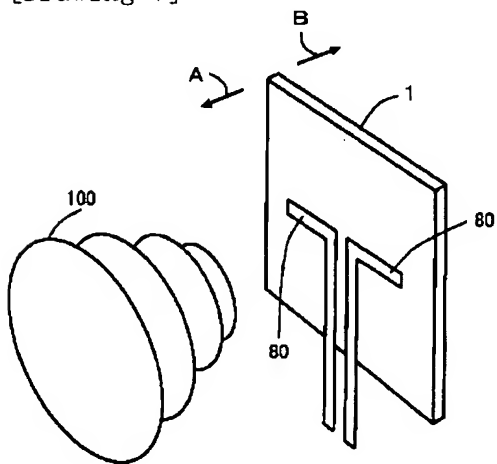
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]